Aus der Ophthalmologischen Klinik und Poliklinik der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. med. *F. Rintelen*

Normvarianten und pathologische Veränderungen des Sehnervenkanals im Röntgenbild

Epikritische Untersuchung anhand von 346 an der Basler Klinik beobachteten Fällen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Liselotte SPILLMANN-WURSTER

von Basel und Wittnau

1962

19 63

Verlag von S. Karger in Basel

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. *F. Rintelen*.

Tag der Promotion: 8. März 1962

Sonderdruck aus «Confinia Neurologica», Vol. 23, Nr. 5 (1963)

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Normvarianten und pathologische Veränderungen des Sehnervenkanals im Röntgenbild

Bei Leitungsstörungen im Fasciculus opticus aus verschiedenster Ursache ist die «Rhese-Aufnahme» in einer ihrer technischen Modifikationen eine häufig angewandte Röntgendarstellung des Sehnervenkanals. Wie steht es mit dem diagnostischen Wert dieser Untersuchungsmethode? Führt das Röntgenbild der Canales optici bei Abklärungen von Affektionen, die den Fasciculus opticus in Mitleidenschaft ziehen, entscheidend weiter, oder sind die Röntgenbilder wenig aufschlußreich? Kann im Sinne der Vermeidung jeder unnützen Strahlenbelastung von Patient und Röntgen-Schwester die Indikation zur Röntgen-Untersuchung der Sehnervenkanäle strenger gestellt werden?

Im Folgenden wird versucht, anhand des Krankengutes der Universitätsaugenklinik Basel aus den Jahren 1956–1961 diese Fragen zu beantworten.

Die erste Röntgen-Darstellung des Sehnervenkanals am Lebenden stammt von *Rhese* aus dem Jahre 1911; der Otologe suchte die hinteren Siebbeinzellen und die Keilbeinhöhle durch Projektion in die Orbita sichtbar zu machen und fand dabei den Canalis opticus auf seinen Röntgenbildern. *Rhese* bezeichnet ihn auf seinen Aufnahmen, ohne sich über diese Darstellungsmöglichkeit weiter zu äußern. Seither ist von vielen Autoren über die beste Aufnahme-Technik, über den normalen Aspekt, seine Varianten und über pathologische Veränderungen des knöchernen Sehnervenkanals berichtet und diskutiert worden.

Nach der Entdeckung der «Rhese-Aufnahme» für die Ophthalmologie durch *de Kleyn* und *Stenvers* folgten verschiedene anatomische und röntgenologische Untersuchungen, welche nicht alle

die gleichen Normwerte ergaben. Es ist verständlich, daß neben der physiologischen Variabilität die verschiedenen Untersuchungsmethoden, je nach dem die Ausmessung und Röntgen-Darstellung am skelettierten Schädel oder am Lebenden erfolgte bei wechselnder Technik zu unterschiedlichen Maßangaben führen mußten.

Fassen wir zuerst den Stand des Wissens, wie ihn die Literatur zeigt, kurz zusammen.

Anatomische Daten

Am Ende des zweiten Fetalmonates beginnt die Knorpelbildung des Orbitosphenoids, das die vorhandenen Nerven und Gefäße umgibt. Schon auf dieser knorpeligen Vorstufe gibt es offenbar individuelle Variationen und Seitenunterschiede, die sich später in der Gestalt des knöchernen Sehnervenkanals ausprägen *(Ingalls)*. Die ersten Verknöcherungskerne treten im dritten Fetalmonat auf *(Köhler)*.

Beim Neugeborenen besteht der Kanal praktisch nur aus einem Foramen, das nach *Scheuermann* 3 Millimeter weit ist und seinen endgültigen Umfang beim 3jährigen, nach *Farberow* beim 4- bis 5jährigen erreicht. Das Foramen wächst zum Canalis, dessen Länge nach *del Duca* im 10. bis 11. Lebensjahr und dessen Verlauf nach *Goalwin* im 17. Jahr den Verhältnissen beim Erwachsenen entspricht. *White* findet die Maße bei Kindern annähernd gleich wie beim Erwachsenen; der Canalis opticus soll lediglich dem Alter entsprechend etwas kürzer sein.

Form

Der Canalis opticus bildet nach *Keyes*, *Scheuermann*, *Wiegand* und anderen einen unregelmäßigen, schräg abgeschnittenen Kegelstumpf, dessen lateral untere Wand die kürzeste ist. Durch Verlagerung und stärkere Krümmung der Carotis interna nach vorn kann sie noch weiter verkürzt werden *(del Duca, Wiegand)*. Anhand von Ausgüssen des Sehnervenkanals wird belegt, daß die orbitale Öffnung sich trichterförmig zu einem elliptischen Querschnitt erweitert mit größtem Durchmesser ungefähr in der Vertikalen; die intracranielle Öffnung ist queroval, ihr größter Durchmesser steht etwa senkrecht auf demjenigen der orbitalen Öffnung. Die Kanalmitte ist an diesen Ausgüssen am engsten und annähernd kreisrund *(Wiegand)*.

Nach Untersuchungen von *Keyes* an über 1000 Schädeln liegt der engste Durchmesser nicht immer an derselben Stelle. Nach *Goalwin* soll der Kanal an der intracraniellen Öffnung am engsten sein.

Länge

Die Länge des Canalis opticus beträgt beim Erwachsenen durchschnittlich 7 Millimeter. Die genauen Angaben der Autoren sind in der folgenden Tabelle I zusammengestellt:

TABELLE I

Goalwin	durchschnittlich	4,3 mm
Corning		4– 5 mm
Poirier		4– 8 mm
Athanasiu und Blatt		4–10 mm (10 000 Schädel)
Merkel		8– 9 mm
Vierordt		8– 9 mm
Canuyt		6–11 mm
Scheuermann		8–10 mm
del Duca	durchschnittlich	7,2 mm
Wiegand	durchschnittlich	7,82 mm

Größe

Bei der Beurteilung der Größenangaben muß berücksichtigt werden, daß die Befunde von einigen Autoren am Röntgenbild des skelettierten Schädels und an diesem selbst, von anderen an Röntgenbildern von Lebenden erhoben worden sind. Die Ergebnisse aus den Röntgenbildern können nicht als absolute Maße gelten, da nicht immer der gleiche Querschnitt dargestellt wird, und jede Projektionsänderung das Bild des Canalis opticus modifiziert, verkleinert oder vergrößert.

Goalwin weist vor allem auf den Vergrößerungsfaktor bei der Röntgenaufnahme hin, während *Keyes* und *Wiegand* an ihren Aufnahmen kleinere Werte messen als an den Schädeln selbst.

Im Röntgenbild, das später genauer beschrieben werden soll, stellt sich der Canalis opticus bei den meisten Autoren rund oder elliptisch dar *(del Duca, Keyes, Scheuermann, van der Hoeve, Wiegand)*. Bei *Goalwin* wird er als Kreisquadrant abgebildet. Dies mag, wie *Keyes* annimmt, auf der steilen Projektion in den unteren äußeren Winkel der Orbitaeingangsebene beruhen.

In der folgenden Tabelle II sind die Durchmesser nach Angaben der Autoren zusammengestellt (nach *Schmöger*):

TABELLE II

Autor	am Schädel	auf dem Röntgenbild
Goalwin		R hor. 4,26 L hor. 4,33 ver. 4,49 ver. 4,30
Canuyt, Terracol, Léger		4
White		5–5,5
van der Hoeve		4–6
Keyes	hor. 5,4 ver. 4,5*	hor. 4,45 ver. 5,2*
del Duca	i.cr.O. R hor. 6,8 ver. 4,6 L hor. 7,0 ver. 4,8 i.o.O. R hor. 5,8 ver. 8,1 L hor. 5,7 ver. 8,1	
Sasana		hor. 5,37 ver. 5,44
Eisler		6
Wiegand	i.cr.O. hor. 3 ver. 9 Can. mitte hor. 4 ver. 6 i.o.O. hor. 8 ver. 5,5	

* Durchschnittswerte aus Tabellen von *Keyes* errechnet.

Die *physiologische Seitendifferenz* in der Größe des Canalis opticus kann 1 Millimeter betragen. *Goalwin* findet bei der Untersuchung von 349 Schädeln:

Beidseits gleich	44,3 %
Seitendifferenz von 9 % und weniger	39,5 %
Seitendifferenz von 10–20 %	14,0 %
Seitendifferenz von 20–28 %	2,2 %

Taylor kommt zu ähnlichen Ergebnissen:

keine Seitendifferenz in	45 %
Seitendifferenz von 10 %	40 %
Seitendifferenz von 10–20 %	14 %
Seitendifferenz von mehr als 20 %	1 %

Daraus ergibt sich die für die Praxis wichtige Tatsache, daß heute allgemein *Durchmesser zwischen 2,8 und 6 Millimetern im Röntgenbild als normal gewertet werden; die physiologische Seitendifferenz darf bis zu einem Drittel betragen.*

Achsenverlauf

Die Richtung der Achse des Canalis opticus wird verschieden angegeben. Nach *Canuyt* soll der Sehnervenkanal etwa parallel zur Orbitaachse verlaufen, der Abstand zwischen den intracraniellen Öffnungen durchschnittlich 14,7, zwischen den orbitalen durchschnittlich 28 Millimeter betragen. Nach *Goalwin* verläuft die Achse von einem Punkt oberhalb der Sella nach vorn in den unteren äußeren Winkel des Orbitalrandes. Der Abstand der intracraniellen Öffnungen beträgt nach diesem Autor 23,5 Millimeter! Ein derartiger Unterschied in den Angaben der beiden Autoren spricht für die Schwierigkeit genauer Messungen an den individuell sehr unterschiedlichen Schädeln.

Goalwin definiert die Richtung der Achse als erster genau durch den Winkel der Achse zur Ebene der deutschen Horizontale (Winkel α) und denjenigen zur Sagittalebene (Winkel β). Die deutsche Horizontale verläuft vom unteren Rand des Orbitaeinganges zum oberen, äußeren Rand des knöchernen Gehörganges. Er ermittelt diese Winkel durch Triangulation am skelettierten Schädel von 30 Jugendlichen und 50 Erwachsenen. Für Erwachsene gilt durchschnittlich ein Winkel α von 37,9 Grad (30,5–48,0) und ein Winkel β von 38,3 Grad (34,0–45,0). Beim Kind verläuft der Canalis opticus flacher und erreicht mit 17 Jahren die Richtung der Erwachsenen:

TABELLE III

Winkel α bei	1– 5 J. durchschnittlich 28,15 Grad
Winkel α bei	5–13 J. durchschnittlich 30,95 Grad
Winkel α bei	13–17 J. durchschnittlich 35,75 Grad
Winkel β bei	1– 5 J. durchschnittlich 35,6 Grad
Winkel β bei	5–17 J. durchschnittlich 37,0 Grad

Scheuermann mißt einen ähnlichen Winkel β von 39–40 Grad, jedoch einen Winkel α von nur 20 Grad. Nach *Trzaskowski* ist Winkel β konstant 35 Grad, Winkel α variabel 16–35 Grad. *Keyes* bestimmt die Richtung der Kanalachse an etwa 1000 Schädeln und findet, daß sie 82,4 % in den oberen Teil des temporal unteren Quadranten der in Orbitaeingangsebene fällt. Dabei besteht in 84 % eine Seitendifferenz von bis zu 5 Millimetern in der Orbitaeingangsebene gemessen. Absolut symmetrischer Verlauf besteht nur bei 13,8 %.

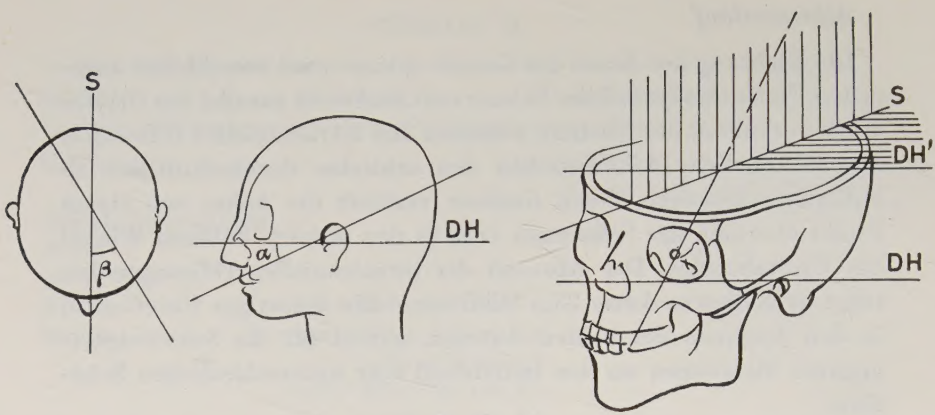


Fig. 1. Schematisierte Darstellung des Winkels α und β mit dem resultierenden Strahlengang.

Topographische Beziehungen und anatomische Varianten

Die intracraniellen Öffnungen des Canalis opticus sind nach medial in die mittlere Schädelgrube gerichtet und werden von den Wurzeln der Ala parva ossis sphenoidalis umrahmt. Median stehen sie in enger Nachbarschaft zu Keilbeinkörper und Sella, lateral zum Processus clinoideus anterior oder Processus alae parvae *(Corning)*.

Das Dach des Kanals wird in individuell verschiedenem Ausmaß durch die Umschlagsfalte der Dura bei ihrem Übergang von der vorderen zur mittleren Schädelgrube gebildet. Diese Duralduplikatur kann einem Druck von oben nachgeben und so zu Kompression des Fasciculus opticus, Papillenödem und Opticusatrophie führen *(Behr)*. Die Dura setzt sich in den Sehnervenkanal fort und ist dort mit dessen Periost identisch.

Je nach Pneumatisationsgrad des Sphenoids kann der Sinus sphenoidalis bis in die Ala parva vordringen, so daß die Wandung zwischen der mit Schleimhaut ausgekleideten Nasennebenhöhle und dem Canalis opticus papierdünn wird. Die Schleimhaut kann auch bis an die Opticusscheide heranreichen, wobei eine sinuogene Entzündung leichter auf den Fasciculus opticus übergreift *(del Duca, Corning, Senà)*. Dies kommt aber nach *Behr*, *Rintelen* und *Eckstein* erstaunlich selten vor.

Dicht unterhalb des inneren Orificiums des Canalis opticus steigt die Arteria carotis interna nach oben; ihr Einfluß auf die Form des knöchernen Sehnervenkanals wurde schon beschrieben. Mit ihren bei-

den Ästen, der Arteria ophthalmica und der Arteria cerebri anterior, umklammert sie den Fasciculus opticus kurz vor seinem Eintritt in den Canalis. Die Arteria communicans anterior geht weiter medial von der Cerebri anterior ab; ein Aneurysma dieser Gefäße oder sklerotische Veränderungen können sich leicht auf den Fasciculus auswirken, um so mehr als hier auch die Arteria ophthalmica sklerosiert in den Opticus eingepreßt werden kann (3. Form der arteriosklerotischen Opticusatrophie, *Rintelen*).

Nach *Keyes* verläuft die Arteria ophthalmica in 1,64% ein- oder beidseitig in einem eigenen Sulcus am Boden des Canalis opticus, ein eigentlicher Canalis arteriae ophthalmicae ist hingegen sehr selten. Häufiger kommt nach *del Duca* ein Canalis clinocarotideus und ein Canalis clinoclinoideus vor. *Keyes* findet den Canalis clinocarotideus übereinstimmend mit *Etter* in 34% der Fälle; davon sind zwei Drittel doppelseitig, ein Drittel einseitig ausgebildet. Diese Kanalbildungen entstehen durch Verknöcherung des Duralseptums, welches die Carotis lateral umgibt und zum Processus clinoideus anterior zieht. Sie projizieren sich im Röntgenbild lateral unter den Canalis opticus.

Goalwin beschreibt zwei Fälle mit Verbindung des Canalis zur Fissura orbitalis superior und *Offret* einen Fall mit fehlendem Knochenverschluß der seitlichen Kanalwand. Als anatomische Variante wird von *Capua* eine beidseitige Verdoppelung und von *Darabos* ein einseitiges Septum beschrieben. Auch *Beutel* findet im Röntgenbild einmal eine Zweiteilung des Canalis opticus, weist aber gleichzeitig darauf hin, daß sie durch Projektion einer pneumatisierten Nasennebenhöhle vorgetäuscht werden kann. Zackenbildungen vor allem am temporalen Rand des Canalis können echte Varianten sein *(Cavka)*, aber auch durch Überlagerung des Tuberculum sellae oder einer verkalkten Arteria carotis oder ophthalmica vorgetäuscht werden *(Loepp, Offret)*.

Pathologische Veränderungen

Eine *pathologische Erweiterung* des Canalis opticus liegt nach allgemeiner Auffassung vor, wenn sein Durchmesser mehr als 6 Millimeter oder die Seitendifferenz mehr als ein Drittel beträgt.

Schon *Cushing* hat darauf hingewiesen, daß bei chiasmanahen Tumoren die Sehnervenkanäle erweitert werden können *(Lysholm)*. Einseitig vergrößerte, runde Canales optici mit scharfer Begrenzung entstehen durch konzentrische Druckusur bei intracanaliculärem Opti-

cusgliom, wobei der Knochen keine Entkalkung aufweist *(Dufour, Beutel, Bormacher, Giggelberger, Nover, Psenner)*. Bei der Neurofibromatose soll sich dasselbe Bild meist doppelseitig finden *(Dufour, Dariaux, Hartmann, Levitt)*. Im Gegensatz dazu äußern sich der allgemeine Hirndruck und die langsam wachsenden Tumoren der mittleren Schädelgrube zuerst durch *Entkalkung* an der oberen Wand der Sehnervenkanäle und erst in der Folge in Form einer Erweiterung. Als hauptsächliche Ursachen werden das extracanaliculäre Opticusscheidenmeningeom, das Chiasmagliom, Hypophysentumoren, Keilbeinflügelmeningeome, Kraniopharyngeom, Mißbildungstumoren wie das supraselläre Epidermoid und die Arachnitis optochiasmatica erwähnt, wobei die Veränderungen am Canalis opticus im Beginn einseitig sein können *(Dufour, Loepp)*. *Speciale* beschreibt eine doppelseitige Erweiterung bei Hydrocephalus. Nach *Wiegand* werden die Sehnervenkanäle dabei eher von oben abgeplattet als erweitert. Für vorwiegenden Druck von oben spricht auch die Tatsache, daß bei allgemeinem Hirndruck die Stauungspapille nach *Behr*, wie oben beschrieben, durch Abschnürung des Fasciculus opticus unter der Duralduplikatur im oberen Teil der Papille beginnt.

Die *diffuse Entkalkung* im Alter verwischt die Konturen im Röntgenbild ebenfalls; dann finden sich aber auch an anderen Stellen im Röntgenbild Zeichen von Osteoporose *(Loepp)*.

Eine *exzentrische Erweiterung* des Canalis opticus mit unregelmäßiger, unscharfer Begrenzung und lokaler Entkalkung entsteht bei Arrosion durch osteolytische Tumoren, wie maligne Geschwulstbildungen im Bereich der Orbitaspitze, der benachbarten Nasennebenhöhlen, metastatische Tumoren und beim Myelom *(Dufour, Gigglberger, Psenner)*. Normale Form und Größe des Canalis opticus im Röntgenbild schließen einen Tumor in der unmittelbaren Nachbarschaft des Kanals und auch eine anders lokalisierte Neubildung im Schädel nicht aus *(Köhler)*.

Eine *pathologische Verengerung* des Canalis opticus darf nach übereinstimmender Meinung aller Autoren nur angenommen werden, wenn der Durchmesser weniger als 2,8 Millimeter beträgt, und eine Fehlprojektion des Canalis ausgeschlossen werden darf. Diese kann eine Verengerung vortäuschen, verzerrt aber gleichzeitig das Bild des Kanals perspektivisch *(Keyes)*.

Bei *Turmschädel* schließen einzelne Autoren aus dem Röntgenbild auf eine Verengerung und dreieckige Deformierung des Sehnervenkanals *(Döhmen, Weinert, Köhler)*. *Weinert* mißt neben der Verenge-

rung der Abknickung des Canalis und der Steigerung des intracraniellen Druckes bei Turmschädel eine Bedeutung für die Entstehung der Opticusatrophie zu. Auch *Goalwin*, *Herrnheiser* und *Wiegand* sind der Ansicht, daß bei dem steilen Verlauf des Canalis, der abnormen Tiefe der mittleren Schädelgrube und der stark nach vorn verlagerten Arteria carotis interna der gesteigerte intracranielle Druck für die Genese der Opticusatrophie bedeutungsvoll ist und keine echte Verengerung des Sehnervenkanals vorzuliegen braucht. Bei der steilen Richtung der Canalisachse ist eine projektionsbedingte, scheinbare Verengerung auf dem Röntgenbild sehr leicht möglich und kann zu Fehlinterpretationen führen. *Behr* hat diese Ansicht an vier anatomisch untersuchten Turmschädeln bestätigt. Eine echte Verengerung des Canalis opticus kommt congenital bei Anophthalmus und Dysostosis craniofacialis vor. Auch eine in den ersten Lebensjahren erworbene Phtisis bulbi führt zu Verkleinerung des Canalis opticus und der ganzen Orbita gegenüber der gesunden Seite *(Dröhmen, Dufour, Farberow)*.

Alle zu Knochenneubildung reizenden Erkrankungen der Umgebung, wie chronische Meningitiden, Neutitis und Periostitis optica, Lues, Morbus Paget, Osteom, Meningeom des kleinen Keilbeinflügels und Morbus Albers-Schönberg können zu Verengerung des Sehnervenkanals führen. Vor allem bei entzündlichen Prozessen ist er unregelmäßig begrenzt und weist verdickte Ränder auf *(del Duca, Clay, Beutel, Speciale, Dufour, Herrnheiser, Farberow, Cavka, Schulze)*. Nach *White* sprechen enge, deformierte Canales optici bei starker Pneumatisation der Nasennebenhöhlen für eine fortgeleitete Entzündung bei Sinusitis sphenoidalis, während bei Neuritis optica mit normal konfiguriertem Sehnervenkanal eher an eine Streuung aus einem Fokalherd gedacht werden muß. *Goalwin*, *Clay* und *Taylor* bestätigen diese Auffassung mit eigenen Fällen, hingegen bestreitet *van der Hoeve* den Einfluß einer Sinusitis bei engem Kanal. Auch nach der klinischen Erfahrung von *Rintelen** scheint dies höchst unwahrscheinlich, da Pansinusitiden mit Sinusitis sphenoidalis häufig beobachtet werden und dabei nur ausnahmsweise eine Neuritis optica auftritt.

Rollet et al. beschreiben zehn Fälle von *Frakturen* im Bereich des Canalis opticus. Die Genese der posttraumatischen Opticusatrophie sehen sie vor allem in der gestörten Ernährung und dem Hämatom in

* persönliche Mitteilung.

der Opticusscheide, nicht in Druckatrophie durch einen Callus, da dieser selten oder doch meist nur in minimalem Ausmaß gebildet wird. *Speciale* weist schon 1926 darauf hin, daß bei traumatischer Schädigung der Sehnervenkanäle Frakturlinien im Röntgenbild nicht immer sichtbar werden. Dies wird auch von *Köhler* bestätigt. *Landolt* konnte hingegen an unserer Klinik in 75 % von Schädeltraumatisierten mit klinischem Verdacht auf Opticusläsion in wiederholten Röntgenbildern und vor allem auf Stereoaufnahmen feine Frakturlinien im Dach und in der lateralen Wand des Canalis opticus nachweisen.

Die Röntgendarstellung

Zur Darstellung des Canalis opticus im Röntgenbild sind seit der einfachen Technik von *Rhese* – er fixierte die Röntgenplatte mit einer Binde am Jochbogen und Orbitarand und ließ den Zentralstrahl schräg von der Gegenseite her einfallen – rund dreißig modifizierende Methoden angegeben worden. Von der Einstellung nach Bezugspunkten am äußeren Schädel mit und ohne Winkelmessung nach *Goalwin* bis zu komplizierten Apparaturen wurde alles Mögliche zur gleichzeitigen, achsengerechten, symmetrischen Darstellung beider Sehnervenkanäle versucht. Die große Zahl vor allem der technischen Arbeiten zeigt, wie schwierig es ist, den Canalis opticus den schon physiologischerweise verschiedenen anatomischen Verhältnissen getreu abzubilden. Für Einzelheiten sei auf die ausführliche, kritische Schilderung der Röntgentechnik von *Schmöger* in ihrer «Ophthalmologischen Röntgendiagnostik» hingewiesen.

Allgemein wird gefordert, daß die beiden Canales optici parallel zu ihrer Achse mit Strahlengang senkrecht zur Platte möglichst symmetrisch dargestellt werden. *Wiegand* legt im Gegensatz dazu weniger Wert auf eine streng achsengerechte Projektion, als darauf, daß die Neigung der orbitalen Öffnungsebene des Sehnervenkanals zur Canalisachse und zur Orbitaöffnungsebene berücksichtigt wird. Bei seiner Röntgentechnik überdecken sich die Konturen der orbitalen und intracraniellen Öffnung des Sehnervenkanals nur teilweise, so daß beide beurteilt werden können. Gleichzeitig wird auch der gegenseitige Canalis opticus in seiner Längsrichtung in die Orbita projiziert.

Die Röntgendarstellung nach *Goalwin* mit ihren vielen technischen Variationen ist die verbreitetste. Es werden im Prinzip die oben geschilderten Winkel α und β gemessen und der Kopf des Patienten so eingestellt, daß die Strahlen möglichst achsenparallel und senkrecht auf den Röntgenfilm fallen. Die Stereoaufnahme, wie sie unter ande-

ren von *Velhagen*, *Thiel*, *Wessely*, *Dufour* und *Cometta* empfohlen wird, hat den Vorteil, daß der Winkelfehler in der Abweichung von der Achse in einer Ebene vermieden wird. Auch tomographische Aufnahmen des Canalis opticus werden von einigen Autoren gemacht *(Marinkovic et al.)*. Dies scheint aber in Anbetracht der geringen Ausdehnung des Sehnervenkanals wenig sinnvoll.

In der Folge sollen anhand von 346 Patienten der Universitäts-Augenklinik Basel aus den Jahren 1956–1961, bei welchen die Indikation zur Röntgenaufnahme des Canalis opticus gestellt wurde, unsere «Rhese-Bilder» nach folgenden Gesichtspunkten kritisch untersucht werden:

Ist unsere Röntgen-Technik zweckmäßig?

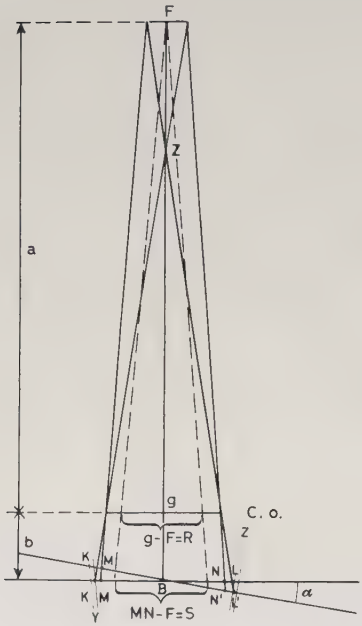
Welche Normvarianten im Röntgenbild sind häufige Fehlerquellen für die Interpretation?

Welche diagnostischen Möglichkeiten bietet sie?

Wann ist die «Rhese-Aufnahme» indiziert?

Zur *p.-a.-Aufnahme des Canalis opticus* findet bei uns das Schädelröntgengerät von *Schönander* (Schweden) Verwendung, dessen Focus-Filmdistanz 70 cm beträgt. Die Feinkornfilme «Kodak Royal Blue» werden durch eine Bucky-Blende von 10 Millimeter Durchmesser mit 70 kVolt während 1,2 Sekunden belichtet.

Die Filmkasette steht senkrecht in Kopfhöhe des sitzenden Patienten, dessen Kopf um 45 Grad gegen die Sagittalebene gedreht der Kassette anliegt. Der Zentralstrahl wird aus der Horizontalebene um 15 Grad cranialwärts gehoben und auf einen Punkt zentriert, der etwa in der Mitte des temporal unteren Quadranten der Orbitaeingangsebene liegt (Modifizierte Aufnahme-Technik nach *Watson*). Wir erreichen damit einen in der Mehrzahl der Fälle achsenparallelen Strahlengang und die kleinst mögliche Objekt-Filmdistanz von 6–7 cm. Bei der Einstellung nach *Goalwin* wird diese Distanz größer, da der Kopf etwas nach hinten geneigt werden muß. Außerdem ist für Patienten mit schweren Orbita- und Bulbusverletzungen die Untersuchung in sitzender Stellung weniger schmerzhaft als in Bauchlage. Die Abweichung des Zentralstrahls um 15 Grad vom senkrechten Strahlengang wirkt sich als sehr kleine zusätzliche geometrische Unschärfe aus, wie aus der Skizze auf Abbildung 2 ersichtlich ist. Durch Neigung des Zentralstrahles wird die Unschärfe x auf der focusnahen Seite um y kleiner und auf der focusfernen Seite um z größer. Bei sehr starker Schematisierung der wirklichen Verhältnisse kann man x für den senkrechten Strahlengang errechnen, da Focusgröße, Durch-



Focus F = 1,2 mm
C. o. G = 5,0 mm
a = 630 mm
b = 70 mm
α = 15°

$$\frac{ZG}{ZB} = \frac{G}{KL}$$

$$R = G-F$$

$$S = MN-F$$

$$\frac{R}{S} = \frac{a}{b}$$

$$x = \frac{KL - MN}{2}$$

Fig. 2

messer des Kanalquerschnittes und die Distanzen zwischen Focus und Film, respektive Objekt und Film bekannt sind. Die Unschärfe beträgt dann x = 0,13 Millimeter, y und z machen nur einen verschwindend kleinen Bruchteil von x aus, da der Strahlengang bei der sehr kleinen Ausdehnung des Focus und des Kanaldurchmessers im Verhältnis zur Distanz derselben als angenähert parallel angenommen werden darf. Die zusätzliche Veränderung der Unschärfe durch die Neigung des Zentralstrahls um 15 Grad kann daher vernachlässigt werden.

Einen Vorteil sehen wir auch darin, daß die einfache Einstellung des Patienten am «Schönandergerät» ohne zusätzliche Hilfsapparate von einer tüchtigen Röntgenschwester sehr gut ausgeführt werden kann. Der persönliche technische Fehler fällt weitgehend dahin, wenn, wie bei uns, in der Regel die gleiche Schwester die Bilder aufnimmt. Zudem können bei Untersuchungen am Lebenden auch mit den genauesten Winkelmessungen nach *Goalwin* die Fehler, welche durch die erhebliche individuelle Variabilität im Verlauf des Sehnervenkanals entstehen, nicht vermieden werden; die Richtung des Canalis opticus kann nur sehr ungenau aus äußeren Schädelformen abgeleitet

werden. Eine wirklich exakte Einstellung ist nur am skelettierten Schädel mit Hilfe einer dem Canalislumen angepaßten Sonde möglich; unter anderen hat *Keyes* schon 1935 dieses Verfahren beschrieben.

Bei unseren immer beidseitig ausgeführten Aufnahmen werden die Canales optici in den temporal unteren Quadranten der Orbitaeingangsebene, in 70 % annähernd seitengleich, projiziert.

Das Röntgenbild

Die Röntgenanatomie, soweit sie für die ophthalmologischen Indikationen wichtig ist, wird am besten anhand eines Röntgenbildes und dessen Durchzeichnung (siehe Abbildung 3) erläutert.

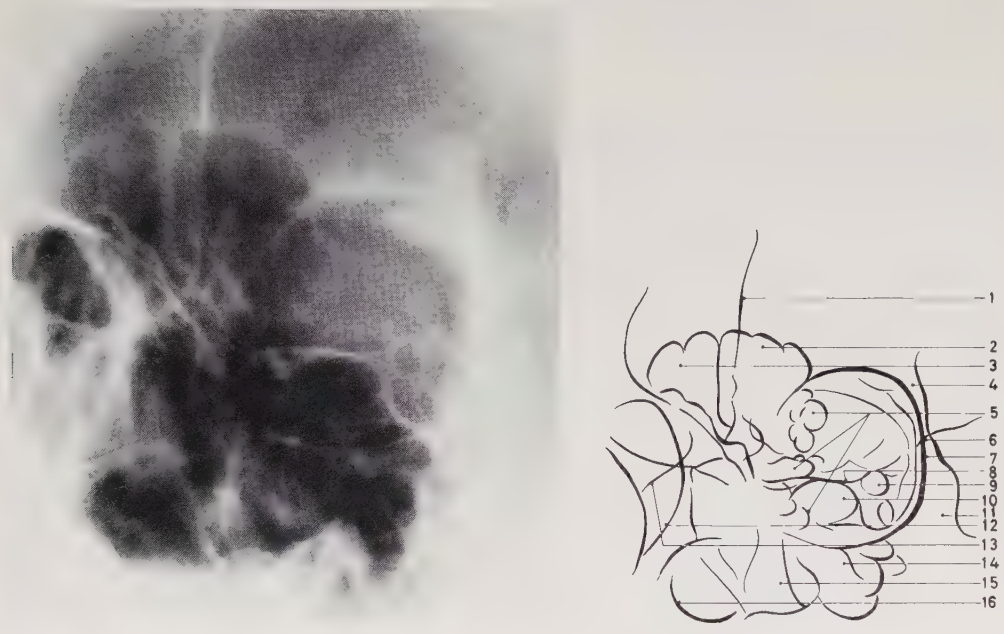


Abb. 3. Pat. G. J. 5329, Rhese L, normaler Befund.

1 Crista frontalis
2 Sinus frontalis L
3 Sinus frontalis R
4 Proc. zyg. oss. front.
5 Ethmoidzellen
6 Sutura frontozygomatica
7 Orbitalrand L
8 Planum sphenoideum
9 Canalis opticus
10 Sinus sphenoidalis
11 Proc. front. oss. zyg.
12 Orbitalrand R
13 knöch. Nasenwurzel
14 Sinus maxillaris L
15 Choane L
16 Choane R

Man orientiert sich an der vor allem temporal kräftigen Kontur des Orbitalrandes, die nasal von oben nach unten durch die Aufhellungsfelder des Sinus frontalis, der Ethmoidzellen und der Nasenhöhle überdeckt wird. Die temporale Begrenzung der Orbita überlagert sich dem Processus zygomaticus ossis frontalis, der im Bereich der Sutura zygomaticofrontalis mit dem Processus frontalis ossis zygomatici verbunden ist. Im temporal unteren Quadranten der vom Orbitalrand eingeschlossenen Fläche findet sich die runde, elliptische oder leicht eiförmig deformierte Aufhellung des Canalis opticus. Unterhalb und nasal vom Canalis opticus liegen die Aufhellungsfelder der Keilbeinhöhle, weiter nasal und mehr nach oben diejenigen der Ethmoidzellen. Temporal schließt sich an den Sehnervenkanal der Schatten des Processus alae parvae an. Ist der Canalis opticus mehr medial projiziert, so kann noch weiter temporal die Fissura orbitalis superior sichtbar werden. Im unteren Drittel der projizierten Orbitaebene verläuft von medial schräg nach temporal oben, die Aufhellungsfelder der Ethmoidzellen kreuzend, die Linie des Planum sphenoideum, meist dicht über dem oberen Rand des Canalis opticus. Sie wird durch die Kontur der Ala parva ossis sphenoidalis nach temporal oben fortgeführt. Außerhalb der Orbita bezeichnet die senkrechte Linie der Crista frontalis die Mediane; alle jenseits davon abgebildeten Linien gehören der abliegenden Seite an. Unterhalb des unteren Randes der Orbitaebene werden die Aufhellungsfelder des Sinus maxillaris und der anliegenden Choane abgebildet. Temporal davon, im Gebiet des äußeren, unteren Winkels des Orbitarandes, wird die Gegend der Pyramidenspitze projiziert.

Bei 153 Patienten, bei welchen aus verschiedensten Ursachen die Indikation zur «Rhese-Aufnahme» gestellt worden ist, konnte das Röntgenbild als normal gewertet werden.

Auf diesen 153 Röntgenbildern beider Canales optici beträgt der horizontale Durchmesser der rechten Seite 4,97, der vertikale 5,37 Millimeter, links horizontal 4,85, vertikal 5,42 Millimeter, wobei es sich um nichtreduzierte Durchschnittswerte handelt. Die *normale Größe* des Sehnervenkanals im Röntgenbild beträgt demnach ungefähr 5/5 Millimeter; der kleinste gemessene Wert ist 4/3, der größte 6/7 Millimeter, hingegen macht die Seitendifferenz nie mehr als einen Drittel, höchstens 0,5–1,0 Millimeter aus.

Die *Begrenzung* des abgebildeten Schnittes durch den Sehnervenkanal ist nur in 73,2 % allseits scharf, in 20 % ist sie oben undeutlich, und zwar je zur Hälfte nur einseitig und beidseits. In 7 % wird der

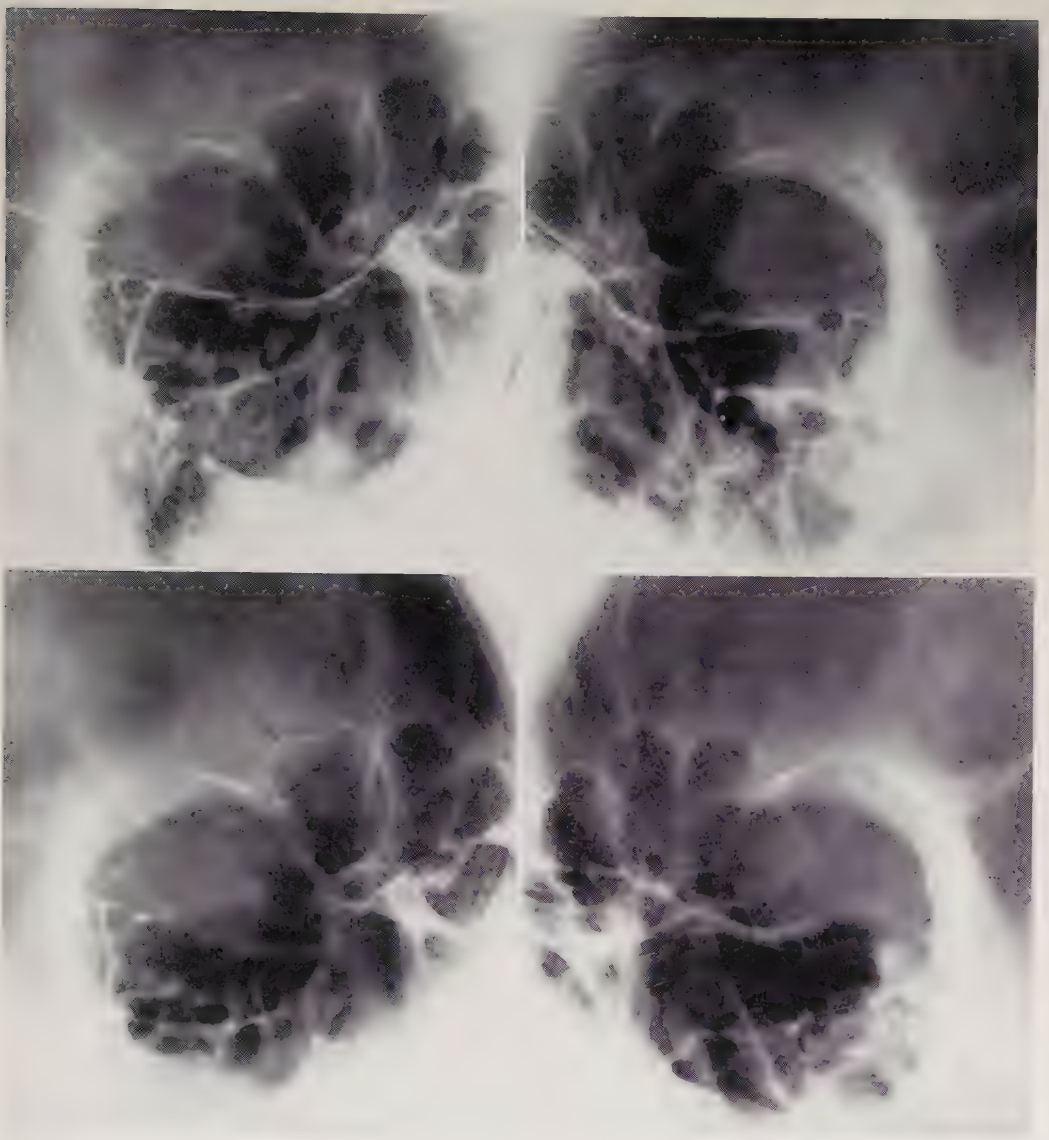


Abb. 4. Pat. A. C. 3060, 1957 noch nicht eindeutig pathologischer Röntgenbefund L.
Abb. 5. Pat. A. C. 5100, 1959 vollständige Auflösung der Knochenstruktur des Canalis opticus und seiner Umgebung L.

untere Rand unscharf abgebildet, wiederum je zur Hälfte auf beiden Seiten zugleich oder nur einseitig. Daraus läßt sich schließen, daß die

Projektion des Canalis opticus nur in 73,2 % der Fälle beidseits achsengerecht erfolgt. Der Grad der Unschärfe ist gering und fällt nur bei Betrachtung der sonst klaren Begrenzungslinien auf. Die unregelmäßige fleckige Entkalkung und Verwischung der Struktur bei pathologischen Prozessen kann höchstens in ganz frühen Stadien nicht sicher von der physiologischen, projektionsbedingten Undeutlichkeit der Begrenzung getrennt werden. (Siehe Abbildungen 4 und 5, bei dem ersten Röntgenbild ist links die Struktur im Dach des Canalis opticus angedeutet unscharf im Vergleich zu rechts, wie es einer physiologischen Variante entspricht. Im späteren Röntgenbild ist der Canalis opticus durch einen lymphoepithelialen Tumor des Epipharynx, der in die Schädelbasis eingewachsen ist, vollständig zerstört.) Bei weiterem klinischen Verdacht auf einen malignen Prozeß zeigen in zeitlichen Abständen wiederholte Röntgenbilder aber einen pathologischen Befund. Ob die auf den ersten Aufnahmen gefundene Unschärfe schon ein Zeichen beginnender Osteolyse durch einen Tumor ist, kann aus den Röntgenbildern nicht entschieden werden.

Allgemeine Unschärfe der Konturen tritt bei Osteoporose infolge der diffusen Entkalkung auf, wie auch besonders kontrastreiche feine Konturen durch Sklerosierung der Compacta des Knochens. Wir haben in unserem Material vor allem die zweite Form gefunden mit auffallend scharfen, sehr feinen Begrenzungslinien der Canales optici, die sich deutlich vom diffusen Bild des sonst strukturarmen Knochens abheben.

Die *Form* des Canalis opticus ist in einem Drittel der Fälle annähernd rund, in zwei Dritteln einseitig oder beidseitig elliptisch. Ob dies das getreue Abbild eines elliptischen Querschnittes des Canalis opticus ist oder ganz oder teilweise auf Projektion beruht, wäre theoretisch interessant; praktisch ist diese Frage aber unwichtig, da keine diagnostischen Schlüsse daraus gezogen werden können.

Als *Formvarianten* kommen folgende Möglichkeiten relativ häufig vor: ein *Sulcus Arteriae ophthalmicae* am Boden des Canalis opticus wird in 2 % einseitig, in 2,6 % beidseits dargestellt. Er ist gekennzeichnet durch die Ausbuchtung der Kontur des Sehnervenkanals, aber ohne Unterbruch oder Unregelmäßigkeit; er wird deshalb kaum je zu Verwechslung mit einer Fraktur im Boden des Kanals Anlaß geben.

Einen eindeutigen *Sporn* an der lateralen Wand des Canalis opticus haben wir nur in zwei Fällen (1,3 %) gefunden. Ein solcher Sporn kann schon eher als Fraktur mit Verschiebung der Fragmente miß-

deutet werden; er ist aber dadurch gekennzeichnet, daß kein Konturunterbruch, keine Frakturlinie vorliegt.

In 8 Fällen (5,3 %) wird durch Überlagerung mit dem *pneumatisierten Processus alae parvae* der Canalis opticus einseitig nierenförmig deformiert, oder bei stärkerer Überdeckung ein flacher Sporn vorgetäuscht. Bei einem Fall sieht das Bild einem unvollständigen Verschluß der knöchernen Wand des Canalis opticus, in einem anderen Fall sogar einem Septum sehr ähnlich. Auf der wiederholten Aufnahme mit etwas anderer Projektion sind diese Varianten aber nicht mehr nachweisbar. Alle Röntgenbilder dieser Art sind mit Vorsicht zu beurteilen, wenn nicht auf weiteren, allenfalls Stereoaufnahmen die Anomalie eindeutig bewiesen werden kann.

Auch eine *Kalksichel* der sklerotisch veränderten *Arteria carotis interna* kann teilweise in den Canalis opticus projiziert werden und, da sie wie in unserem Material in 2,6 % einseitig, in etwa 1 % doppelseitig vorkommt, differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten. Immerhin ist bei genauer Betrachtung weder ein Konturunterbruch noch eine Frakturlinie sichtbar, sondern nur die Überschneidung der feinen, runden Kalksichel mit der Begrenzungslinie des Canalis opticus.

Eine undeutliche Zeichnung des Daches des Canalis opticus im Röntgenbild soll nach verschiedenen Autoren charakteristisch für die *Retrobulbärneuritis* sein *(Cavka)*. Dem kann entgegengehalten werden, daß wir auch, wie oben beschrieben, in etwa 20 % bei normalem Röntgenbefund projektionsbedingt eine unscharfe Begrenzung des Sehnervenkanals feststellen müssen. Von 50 Patienten mit klinisch sicher belegter akuter Retrobulbärneuritis zeichnet sich in 30 Fällen auf den «Rhese-Bildern» der Canalis opticus allseitig scharf ab. In 17 Fällen wird beidseits oben eine Unschärfe in der Begrenzung des Sehnervenkanals gefunden, wobei nur bei 4 Patienten beide Fasciculi optici erkrankt waren, während bei 12 Fällen die Retrobulbärneuritis nur einseitig auftrat. In einem Fall konnte bei genauer klinischer Abklärung die Diagnose nicht aufrechterhalten werden.

Bei 3 Fällen mit einseitiger Entzündung des Fasciculus ist das Röntgenbild nur einmal auf der entsprechenden Seite durch undeutliche Struktur des Canalisdaches gekennzeichnet, hingegen findet sich die einseitige Unschärfe in 2 Fällen gerade auf der gesunden Gegenseite (siehe Tabelle IV).

Daraus läßt sich schließen, daß der Röntgenbefund bei akuter Retrobulbärneuritis, wie eigentlich zu erwarten, nicht typisch ist

TABELLE IV

50 Fälle mit akuter Retrobulbärneuritis

		Zahl	eins. Entz.	beids. Entz.	keine Entz.
im Röntgenbild allseits scharf		30	23	7	–
beidseits oben unscharf		17	12	4	1
einseits oben unscharf	entsprechend	3	1	–	–
	Gegenseite		2		

und daher bei Visusverlust mit normalem Augenhintergrundbefund die Differentialdiagnose, Retrobulbärneuritis, Agravation oder Simulation nicht mit Hilfe des Röntgenbildes gestützt werden kann.

Unter 146 Patienten mit pathologischem Papillenbefund ist bei 134 durch die klinische Untersuchung die Genese abgeklärt worden. Bei 12 Patienten mit *einfacher Opticusatrophie* als einzigem klinischem Symptom, die in 8 Fällen beidseits, in 4 Fällen nur einseitig beobachtet worden ist, hat nur in 3 Fällen die klinische Abklärung zu einer Diagnose geführt, nämlich bei je einem Fall von Morbus Little, cerebellarer Heredoataxie und Leberscher Opticusatrophie. Das Röntgenbild zeigt nur bei zwei Patienten einen fraglich positiven Befund bei ergebnisloser allgemeinklinischer Abklärung in Form von auffallender Kleinheit des Canalis opticus im einen Fall und einer einseitig offenen Verbindung zwischen Sehnervenkanal und Fissura orbitalis superior im anderen Fall. Das eine Kind ist sonst gesund, das zweite weist Zeichen verzögerter Myelinisierung auf, so daß bei der zwar nur röntgenologisch nachgewiesenen Lücke an eine Hemmungsmißbildung gedacht werden kann. Ob im ersten Fall die Opticusatrophie durch die Verengerung des Sehnervenkanals bedingt ist oder ob die Größe des Canalis opticus einer sehr früh erworbenen Opticusatrophie entspricht, kann nicht sicher entschieden werden. Immerhin weist das Röntgenbild mit dem bei annähernd seitengleicher Projektion 3,5/4 gegenüber 5/5 Millimeter großen Canalis opticus auf die zweite Möglichkeit hin, da die Werte des kleineren Canalis an der unteren Grenze der Norm und nicht um einen Drittel kleiner als die der gesunden Seite sind. Bei 7 Patienten bringt weder die klinische Abklärung noch das Röntgenbild des Canalis opticus Klarheit in die Genese der Opticusatrophie (siehe zusammenfassende Tabelle V).

Ist die Ausbeute bei einfacher Opticusatrophie enttäuschend klein, so kann hingegen bei klinischem Verdacht auf *intracerebralen* oder

TABELLE V

12 Fälle mit monosymptomatischer Opticusatrophie

Zahl	Opt. atrophie	Klin. Abklärung	Röntgenbefund
1	beidseits	Morbus Little	negativ
1	beidseits	cerebellare Heredoataxie	negativ
1	beidseits	Lebersche Opt. atr.	negativ
4	beidseits	negativ	negativ
3	einseitig	negativ	negativ
1	beidseitig	? verzögerte Myelinisierung	? Lücke im C.o.
1	einseitig	negativ	rel. kleiner C.o.

orbitalen Tumor in einigen Fällen im Röntgenbild ein eindeutiger Befund erhoben werden. Unter Tumorverdacht sind 55 Patienten röntgenologisch untersucht worden. Bei 6 Patienten mit *Meningeom* ist das Röntgenbild in jedem Fall pathologisch verändert: Verdichtung und auch Entkalkung der Knochenstruktur, Zeichen für osteolytische Prozesse lassen auf ein in der unmittelbaren Nachbarschaft des Canalis opticus lokalisiertes Meningeom schließen. Abplattung von oben und Erweiterung der Sehnervenkanäle sind nur bei entfernteren Meningeomen zu sehen und weisen auf den allgemeinen Hirndruck im weit fortgeschrittenen Stadium hin. Auch bei sellären und parasellären Tumoren kommt es durch Drucksteigerung im Schädelinnern zu Abplattung und Erweiterung der Canales optici. Im Gegensatz zu diesen unspezifischen Zeichen gesteigerten Hirndruckes sind lokale Veränderungen durch maligne Tumoren in der Region des Canalis opticus und Metastasen in diesen Bereichen eindeutig in Form von unregelmäßiger Auflösung der Knochenstruktur mit exzentrischer Erweiterung des Lumens der Sehnervenkanäle gekennzeichnet. *Ein Fehlen pathologischer Veränderungen im Röntgenbild schließt hingegen einen malignen Prozeß nie aus. Sind doch in 50 % mit klinisch sicher nachgewiesenen intracraniellen Tumoren und Visusverlust die «Rhese-Aufnahmen» normal.* Besondere Vorsicht in der Bewertung normaler Röntgenbefunde ist vor allem dann angezeigt, wenn, wie in 13 von unseren Fällen mit Verdacht auf einen raumverdrängenden Prozeß im Schädel bei ergebnisloser, klinischer Abklärung, auch mit dem Röntgenbild kein Hinweis für die Diagnose gewonnen werden kann.

Bei 7 Orbitaltumoren ist nur in 3 Fällen eine pathologische Veränderung im «Rhese-Bild» zu erkennen.

In einem Fall von *Neurofibrogliom* ist der Sehnervenkanal bei scharfer Begrenzung polycyclisch aufgeweitet; hingegen kann bei zwei Fällen von *Morbus Recklinghausen* die klinische Diagnose anhand des Röntgenbildes nicht sicher bestätigt werden, da die Größe der Canales optici im einen Fall an der oberen, im anderen an der unteren Grenze der Norm liegt. Genaue Angaben über Diagnose und Röntgenbefund sind in Tabelle VI zusammengestellt. Bei 5 Patienten mit *Mißbildungen* sind in allen Fällen keine pathologisch veränderten Sehnervenkanäle im Röntgenbild nachzuweisen, nämlich bei einem Fall mit Hydrocephalus internus, bei zwei Kindern mit Turmschädel, bei einem Patienten mit Synostose der Pfeilnaht und gesteigertem intracraniellem Druck und bei einem Kind mit Mikrokephalie.

TABELLE VI

Tumoren

Zahl	Diagnose	Röntgen +	Röntgen −	Röntgenbefund
6	Meningeom (3 Keilbeinflügel) (1 frontal, 1 basal, 1 parasagittal occ.)	6	0	Verdichtung und lokale Entkalkung der Knochen. Erweiterung und Abplattung des Canalis opticus
7	Tumoren in und um Sella (Hypophysenadenome, suprasell. Astrocytom, Glioblastom)	4	3	Osteolyse, Erweiterung und Abplattung der Sehnervenkanäle
10	Metastasen von Bronchial-Ca, Prostata-Ca, Mamma-Ca, Struma maligna. Parotismischtu. lymphoepi. Tu. des Epipharynx	5	5	Hyperostose, unregelmäßige Osteolyse, unregelmäßige Erweiterung der Canales optici
7	ungeklärte Hirntumoren	3?	4	Erweiterung
7	orbitale Tumoren (Retinoblastom, Haemangiom, Osteom, Sympathicogoniom, Lymphosarkom, Tränendrüsenmischtumor)	3	4	Verdichtung der Knochenstruktur beim Osteom und Lymphosarkom
5	Arachnitis optochiasmatica, Blutung aus Aneurysma	0	5	—
3	M. Recklinghausen (1 Neurofibrogliom)	? 1		policyclische Erweiterung
13	klinisch ungeklärt	0	13	—

Die Röntgenbefunde bei der «Rhese-Aufnahme» sind ebenfalls negativ bei 3 Patienten mit *Arachnitis optochiasmatica* nach rezidivierender Aneurysmablutung und bei zwei Patienten mit subarachnoidaler Blutung aus einem Aneurysma der Carotis interna oder der Communicans posterior. Einmal wird eine Undeutlichkeit der oberen Begrenzung des Sehnervenkanals gefunden und in einem anderen Fall eine verkalkte Sichel in der Arteria carotis interna dargestellt. Dies sind aber, wie wir oben gezeigt haben, keine signifikanten Veränderungen.

Von praktischer Bedeutung ist der röntgenologische Nachweis einer *Fraktur* im Bereich des Canalis opticus. Bei 71 Patienten ist die Indikation zur Röntgenaufnahme wegen eines Traumas im Bereich des Kopfes oder der Orbita gestellt worden. Die genaue Verteilung der Fälle ist aus der folgenden Tabelle VII ersichtlich.

TABELLE VII

Klin. Diagnose	Zahl	Visusverlust	Röntgen C.o. +	−
Schädelbasisfraktur	12	10	8	4
Contusio, Commotio cerebri	7	4	1?	6
Orbitalfraktur	7	3	0	7
Contusio orbitae	6	0	0	6
Contusio bulbi	41	14	0	41

Bei den röntgenpositiven Fällen ist ein eindeutiger Konturunterbruch der Begrenzung des Sehnervenkanals und eine damit verbundene Aufhellungslinie sichtbar, die als Fraktur gedeutet werden müssen. Eine posttraumatische Hyperosteose im Bereich des Canalis opticus ist nur einmal nachweisbar. Dies entspricht der allgemeinen Erfahrung, daß *Callusbildung im Sehnervenkanal höchst selten* beobachtet wird.

Enttäuschend an unserem Material ist die Tatsache, daß nur bei klinisch und mit anderen Röntgenbildern gesicherten Schädelbasisfrakturen die Mitbeteiligung des Sehnervenkanals in 75 % aus der «Rhese-Aufnahme» diagnostiziert werden kann. In einem einzigen Fall von Commotio cerebri mit fraglicher Schädelfraktur und Visusverlust besteht röntgenologisch ein Verdacht auf eine Fraktur im Canalis opticus.

Daß bei Contusio bulbi keine Frakturzeichen gefunden werden, leuchtet ein, da der Visusverlust dabei meist auf einer Commotio, Contusio oder Ablatio retinae, auf Glaskörperblutungen oder auf Trübung von Cornea und Linse beruht, nicht auf einer direkten Schädigung des Fasciculus opticus.

Die *diagnostischen Möglichkeiten der «Rhese-Aufnahmen» sind, wie aus dem oben Beschriebenen hervorgeht, meist gering.* Gerade bei Patienten mit pathologischen Symptomen, die klinisch nicht klar werden, kann das Röntgenbild allein höchst selten klärenden Aufschluß geben. Ein normales Röntgenbild schließt selbst bei völligem Fehlen anderer Anhaltspunkte einen pathologischen Prozeß nicht aus.

Bei unseren «Tumor-Patienten» kann beispielshalber nur in 50 % ein signifikanter Befund erhoben werden. Das Röntgenbild des Sehnervenkanals weist meist darauf hin, daß irgendwo im Schädel ein raumverdrängender Prozeß liegt, *selten hat es lokalisatorischen Wert*, wie etwa bei den Keilbeinflügelmeningeomen, bei den Neurofibrogliomen des Fasciculus opticus, den in den vorderen, medianen Teilen der mittleren Schädelgrube metastasierenden und aus den Nebennasenhöhlen kontinuierlich auf die Umgebung übergreifenden Tumoren.

Bei den Schädeltraumen kann in sicheren Fällen von Fraktur des Sehnervenkanals die Diagnose in 75 % durch einen entsprechenden Röntgenbefund belegt werden. Das Röntgenbild bietet in diesen Fällen freilich nichts Neues, sichert aber die Diagnose und kann als Dokument wertvolle Dienste leisten.

Immerhin sind doch *25 % der eindeutigen Frakturen und vor allem die unklaren Fälle mit posttraumatischer Visusabnahme röntgen-negativ.* Die diagnostische Bewertung darf also nur bei positivem Ausfall auf das Röntgenbild Bezug nehmen, *die normalen Aufnahmen sagen nichts aus.*

Zur Abklärung der akuten Retrobulbärneuritis trägt die Röntgenuntersuchung, da die einzigen dabei gefundenen Veränderungen, undeutliche Begrenzung im Dach des Canalis opticus, eventuell leichte Entrundung des Querschnittes, sich nicht signifikant von den projektionsbedingten Normabweichungen unterscheiden, nichts bei.

Bei den reinen Opticusatrophien schließlich, wird die Genese nur in Ausnahmefällen durch das Röntgenbild geklärt. Dies ist um so bedauerlicher, weil gerade in solchen Fällen auch die klinische Abklärung oft ergebnislos verläuft.

Daß bei vaskulär bedingtem Visusverlust, bei Glaucoma simplex,

bei Erkrankungen der Retina, bei Myopia magna, toxischer Opticusatrophie und anderen Ursachen für Visusverschlechterung kein pathologischer Röntgenbefund erwartet werden darf, ist einleuchtend.

Wann soll ein Röntgenbild des Sehnervenkanals aufgenommen werden? Die «Rhese-Aufnahme» ist indiziert bei allen heftigen Traumen des Schädels als Ganzes und besonders bei Contusio der Orbita allein. Fraglich scheint die Indikation bei Contusio bulbi, außer bei sehr schwerem Trauma, wo auch der Knochen der Orbitalspitze mitbetroffen sein kann.

Alle Patienten mit Tumorverdacht im Bereich des Schädels und der Orbita und Visusabnahme oder anderen Zeichen für eine Beteiligung des Opticus sollen ebenfalls nach «Rhese» röntgenologisch untersucht werden. Man sei sich aber bewußt, daß eine ergebnislose Röntgenaufnahme nur mit allen andern klinischen Befunden zusammen bewertet werden darf, dasselbe gilt im Prinzip auch für pathologische Röntgenbilder.

Bei allen Schädelmißbildungen kann die «Rhese-Aufnahme» eine interessante Bereicherung der klinischen und neurologischen Abklärung sein und sollte daher nicht fehlen.

Trotzdem bei den meisten Opticusatrophien unklarer Genese das Röntgenbild keinen Befund zeigt, ist in allen diesen Fällen eine «Rhese-Aufnahme» indiziert, allein schon wegen der Differentialdiagnose gegenüber einem Opticustumor und dem Meningeom des Kleinbeinflügels.

Bei akuter Retrobulbärneuritis mit typischem klinischem Verlauf und rascher Restitution des Visus ist es eine Ermessensfrage, ob ein Röntgenbild des Sehnervenkanals veranlaßt werden soll. Ist die Differentialdiagnose gegen einen intracraniellen Tumor nicht eindeutig zu stellen, so kann das Röntgenbild in einem kleinen Teil der Fälle weiterführen und ist deshalb nötig.

Allgemein kann festgestellt werden, daß die Röntgenaufnahme des Sehnervenkanals nur sinnvoll ist bei beidseitiger Ausführung und immer dann indiziert ist, wenn klinisch ein Verdacht auf einen Prozeß im Bereich des Canalis opticus besteht oder ein solcher differentialdiagnostisch ausgeschlossen werden soll.

Zusammenfassung

Die normale Anatomie und Variabilität der Sehnervenkanäle, wie auch die bei pathologischen Prozessen entstehenden Veränderungen

im Röntgenbild werden anhand der Literatur erläutert. Die eigene Aufnahmetechnik und die damit erhaltenen Röntgenbilder werden kurz geschildert und diskutiert. Bei der Untersuchung der «Rhese-Bilder» von 346 Patienten der Universitätsaugenklinik Basel gelangt man zu folgenden Ergebnissen: Die normale Größe des Canalis opticus im Röntgenbild beträgt rund 5/5 Millimeter, wobei die physiologische Seitendifferenz bei seitengleicher Projektion in den unteren temporalen Quadranten der Orbitaeingangsebene nie mehr als einen Viertel bis einen Drittel des Durchmessers ausmacht. Unscharfe Begrenzung im oberen Bereich des Canalis opticus ist meist projektionsbedingt und daher diagnostisch selten verwertbar. Echte Zackenbildungen sind äußerst selten, sie werden aber relativ häufig durch Überdeckung mit dem Processus alae parvae oder mit einer verkalkten Carotissichel vorgetäuscht. Ein Sulcus arteriae ophthalmicae ist eine seltene Normvariante.

Die klinisch-diagnostische Bedeutung der «Rhese-Aufnahme» ist vor allem bei Frakturen im Bereich der Schädelbasis und der Orbitaspitze, bei Verdacht auf einen intracraniellen Tumor mit Beteiligung des Fasciculus opticus oder der Orbitaspitze und bei Schädelmißbildungen im Rahmen der anderen klinischen und röntgenologischen Untersuchungen gegeben. Ein negativer Röntgenbefund schließt einen krankhaften Prozeß im Bereich des Sehnervenkanals nie sicher aus. Die Indikation zur «Rhese-Aufnahme» sollte nur dann gestellt werden, wenn pathologische Veränderungen überhaupt erwartet werden können.

Summary

The normal anatomy and variability of the optic canals (o.c.), their pathologic-roentgenologic changes are reviewed. The author's exposure technique and resulting roentgenograms are described and discussed. Examination of the "Rhese pictures" of 346 patients taken at the Basle Eye Clinic showed: The normal diameter of the o.c. in the roentgenogram is about 5/5 mm.; the physiologic side difference on symmetric projection into the lower temporal quadrant of the orbital entrance plane is never more than ¼–⅓ of the diameter. A poorly demarcated border in the upper part of the o.c. usually is due to projection and rarely diagnostically useful. True sharp indentations are very rare; they are often simulated by overlapping of the processus alae parvae or a calcified carotid. A sulcus of the ophthalmic artery is a rare variant. The "Rhese-exposure" is diagnostically im-

portant in fractures of the base of the cranium and of the tip of the orbit, on suspicion of intracranial tumor with involvement of the optic fasciculus or of the tip of the orbit and in malformation of the skull. Negative roentgenologic findings never exclude with certainty a disease in the optic canal. An indication for a "Rhese"-exposure exists only if pathologic changes are expected.

Résumé

L'auteur rappelle l'anatomie normale radiologique et la variabilité des canaux optiques ainsi que leurs modifications produites par des processus pathologiques, en se basant sur la littérature publiée jusqu'ici.

Il décrit sa propre technique de prise de vue ainsi que les images radiologiques obtenues de cette façon. En passant en revue les clichés radiographiques selon l'incidence Rhese, pris sur 346 patients de la Clinique universitaire d'Ophtalmologie de Bâle, il arrive aux conclusions suivantes:

– Le diamètre normal du canal optique sur l'image radiologique est en moyenne de 5/5 mm; la différence physiologique entre les deux côtés lors de la projection homolatérale dans les quadrants temporo-inférieurs du plan d'entrée de l'orbite ne représente jamais plus qu' ¼ à ⅓ du diamètre.

– Le fait que la limite de la région supérieure du canal optique soit floue est le plus souvent lié à la projection et donc inutilisable au point de vue diagnostic. De véritables encoches sont exceptionnelles: elles sont cependant relativement souvent simulées par superposition avec le processus de la petite aile ou avec un «croissant» carotidien calcifié.

– L'existence d'un sillon de l'artère ophtalmique est une rare variante de la normale.

– La signification clinique et diagnostique de l'incidence de «Rhese» est particulièrement importante dans le cadre des autres examens cliniques et radiologiques, dans les fractures de la base du crâne et du sommet de l'orbite, lorsqu'on soupçonne une tumeur intracranienne avec atteinte de la bandelette optique ou du sommet de l'orbite, et s'il existe des malformations du crâne. Un examen radiologique négatif n'exclut jamais avec certitude l'existence d'un processus pathologique dans la région du canal optique. On ne devrait donc poser l'indication d'un examen radiologique selon Rhese seulement lorsqu'on

s'attend avec une certaine probabilité à découvrir des altérations pathologiques.

Resumen

La Anatomía normal y la variabilidad de los canales ópticos así como las alteraciones patológicas de su imágen radiográfica son estudiadas revisándose la bibliografía que a este respecto existe. Se describe brevemente la técnica radiográfica empleada por el autor así como las imágenes obtenidas con ella. El estudio de las proyecciones *Rhese* de 346 pacientes de la clínica oftálmica universitaria de Basilea, dió lugar a los siguientes resultados: el tamaño normal del canal óptico en la imagen radiográfica es de 5/5 mm. La diferencia fisiológica de un lado a otro en el cuadrante temporal inferior en el plano de su entrada en órbita nunca es superior a ⅓ o a ¼ del diámetro frecuentemente condicionada por la proyección y carece por tanto en general de valor diagnóstico. Es muy poco frecuente la aparición de verdaderas espículas, no obstante con frecuencia pueden aparecer imágenes espiculares por superposición radiográfica del canal óptico con las clinoides o con calcificaciones carotideas. Es poco frecuente observar un surco de la arteria oftálmica.

La proyección *Rhese* tiene sobre todo importancia diagnóstica en los casos de fracturas de base de craneo con participación de la porción posterior de la órbita, de sospecha de tumor cerebral y relación con fascículo óptico así como de malformaciones craneales. La negatividad del estudio radiográfico nunca excluye con seguridad la existencia de un proceso patológico del canal óptico. Solo se debe proceder a este tipo de estudio radiográfico cuando se puede suponer que existen alteraciones patológicas del canal.

Literatur

Behr, C.: Die Veränderungen in der Gegend des knöchernen Sehnervenkanals bei Turmschädel. 50. Vers. O. G. Heidelberg (1934) Ref. Zbl. ges. Ophthal. *32:* 43 (1935). – Der Augenbefund in seiner diagnostischen und differentialdiagnostischen Bedeutung bei Tabes dorsalis, Lues cerebrospinalis, Multipler Sklerose. Abhandl. Augenheilk. *2:* Heft 21 (1936).

Beutel, A.: Pathologische Veränderungen am Canalis opticus. Fortschr. Röntgenstr. *48:* 576–584 (1933), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *31:* 161 (1934).

Blatt, N. and *Athanasiu, M.:* The optic canal. Rev. Oftal., Bucuresti *1:* 47–109 (1948), zit. nach *Godtfredsen, E.:* The orbit, the ocular adnexa and the skull. Fortschr. Augenheilk. *II:* 133–185 (1952).

Bormacher, H.: Zur röntgenologischen Darstellung des Foramen opticum. Z. Augenheilk. *75:* 27–32 (1931).

Bürki, E.: Über den klinischen Wert der Röntgendarstellung des Canalis opticus. Klin. Mbl. Augenheilk. *121:* 735 (1952).

Canuyt, G.; Terracol, J. et *Léger, V.:* Le canal optique osseux. Bull. Soc. anat. Paris *93:* 814–817 (1924), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *13:* 356 (1925).

Capua, A.: Forami ottici doppi. (Nota di anatomia radiografica.) Ann. Radiol. Fis. med. *11:* 27–28 (1937), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *39:* 238 (1937).

Cavka, V.: Contribution to the etiology of optic nerve diseases of unknown genesis, in connection with radiological findings in the field of the optic channels. Med. Arkh., Sarayevo *6:* 63–72 (1952), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *60:* 92 (1953).

Clay, J. V. F.: Three cases of optic nerve involvement with radiographic measurement of the optic canal. J. Ophthal. Otolaryng. *30:* Nr. 13 (1926), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *17:* 700 (1927).

Clementschitsch, F.: Röntgendarstellung des Gesichtsschädels (Urban und Schwarzenberg, Wien 1948).

Cushing: siehe *Lysholm.*

Darabos, G.: Über einen Fall von Septum canalis fasciculi optici. Szemészet *95:* 154–155 (1958), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *77:* 84 (1959).

Dariaux et *Hartmann, E.:* Radiographies de canaux optiques élargis dans deux cas de maladie de Recklinghausen. Bull. Soc. Radiol. méd., Paris *17:* 227–229 (1929), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *22:* 574 (1930).

Döhmen: Über den Nachweis von Wachstumsstörungen der Orbita durch das Röntgenbild. Klin. Mbl. Augenheilk. *102:* 563–564 (1939).

Duca del, M.: Ricerche anatomiche sul canale ottico. Riv. Otolaryng. *6:* 215–237 (1929), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *22:* 309 (1930). – Considerazioni radiografiche e cliniche sul canale ottico. Riv. Otolaryng. *6:* 307–339 (1929), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *23:* 29 (1930).

Dufour, R. et *Cometta, F.:* Aspects radiologiques de l'orbite en ONO. Confin. neurol. *10:* 201–224 (1950), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *55:* 354 (1951).

Eckstein, H.: Zur Ätiologie der Neuritis retrobulbaris. Confin. neurol. *14:* 8 (1954).

Eisler, P.: Zitiert nach *Schmöger.*

Etter, L. E.: Radiographic anatomic studies of the skull, orbit and optic foramen. (Rhese Projection). Med. Radiogr. Photogr. *28:* 113–122 (1952), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *60:* 232 (1953).

Farberow, B. J.: Roentgenological diagnostics of the foramen opticum. Acta radiol., Stockh. *18:* 594–606 (1937).

Gigglberger, H.: Zur Diagnostik der Erweiterung des foramen opticum. 55. Vers. O. G., S. 398, Heidelberg 1950.

Goalwin, H. A.: Die exakte radiographische Darstellung des Canalis opticus. Fortschr. Röntgenstr. *32:* H. 3/4, 218–222 (1924). – Der Canalis opticus bei normalen und deformierten Schädeln. Z. Augenheilk. *54:* 191 (1925). – The clinical value of optic canal roentgenograms. Arch. Ophthal., Chicago *55:* Nr. 1 (1926).

Herrnheiser, G.: Röntgendarstellung des Canalis opticus. Klin. Mbl. Augenheilk. *71:* 768 (1923).

Hoeve van der, J.: Roentgenography of the optic foramen in tumors and diseases of the optic nerve. Amer. J. Ophthal. SIII *8:* 101 (1925). – Röntgenographie des Foramen opticum bei Geschwülsten und Erkrankungen des Sehnerven. Graefes

Arch. Ophthal. *115:* 355 (1925). – Veränderungen am Foramen opticum resp. Canalis opticus. Ned. T. Geneesk 4018 (1941), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *48:* 151 (1943).

Imai, R.: Röntgenbild der Augenhöhle und der Sehnervenkanäle auf der Seite des enukleierten Auges und angeborener Mikrophthalmie. Chro-Ganka-tho *27:* 41–45 (1935), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *34:* 146 (1935).

Ingalls, N. W.: siehe *Keyes.*

Keyes, J. E. L.: Observations on four thousand optic foramina in human skulls of known origin. Arch. Ophthal., Chicago *13:* 538 (1935).

Köhler, A. und *Zimmer, E. A.:* Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts. 9. Aufl. (Thieme, Stuttgart 1953).

Landolt, E.: Zur Opticusschädigung bei Schädeltrauma. Acta neurochir. Bd. IV *2:* 128–142 (1955).

Levitt, J. M.: Primary glioma of the optic chiasm. Report of a case. Amer. J. Ophthal. *40:* 856–861 (1955).

Loepp, W. und *Lorenz, R.:* Röntgendiagnostik des Schädels (Thieme, Stuttgart 1954).

Lysholm, E. and *Olivecrona, H.:* On changes of the optic canals in cases of intracranial tumors. Acta chir. scand. *72:* 197–209 (1932).

Marinkovic, A.: Zitiert nach *Schmöger.*

Merkel: Zitiert nach *Schmöger.*

Nover, A. und *Zielinski, H. W.:* Zur Differentialdiagnose der Orbita- und Opticustumoren. Klin. Mbl. Augenheilk. *131:* 577–598 (1957).

Offret, G. et *Méaux, S.:* Anomalies radiologiques du canal optique. Bull. Soc. Ophtal. France *1:* 35–37 (1950).

Poirier: Zitiert nach *Schmöger.*

Psenner, L.: Beitrag zur Röntgensymptomatologie der raumbeengenden Prozesse der Orbita. Fortschr. Röntgenstr. *85:* 125–141 (1956).

Rhese: Die chronische Entzündung der Siebbeinzellen und der Keilbeinhöhle mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zur allgemeinen Medizin und ihrer Diagnostik durch das Röntgenverfahren. Arch. int. Laryng. *24:* 383 (1911).

Rintelen, F.: Opticuserkrankungen im Zusammenhang mit Affektionen des Zentralnervensystems. Klin. Mbl. Augenheilk. *125:* 129–145 (1954).

Rollet, J. P. et *Lévy, A.:* Les fractures du canal optique. Arch. Ophtal., Paris *47:* 737–763 (1930), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *24:* 763 (1931).

Sasana, T. und *Inone, N.:* Zitiert nach *Schmöger.*

Scheuermann, H.: Das Röntgenbild des Canalis opticus. Fortschr. Röntgenstr. *55:* 375–382 (1937). – Röntgenbilder des Canalis opticus. Hospitalstidende 369 (1937), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *40:* 15 (1938).

Schulze, H. E.: Das Meningeom des Keilbeinflügels. Z. ärztl. Fortbild. *49:* 908–914 (1955).

Senà, J. A.: Der Canalis opticus. (Klinische und radiologische Studie). Sem. méd., B. Aires *I:* 702–717 (1932), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *28:* 29–30 (1933).

Speciale-Picciché, P.: Il canale ottico: contributo anatomo-radiologico e radiografico. Soc. Oftal. 1926, Ref. Zbl. ges. Ophthal. *19:* 716 (1928).

Stenvers, H. W.: Röntgenologie des Felsenbeins und des bitemporalen Schädelbildes mit besonderer Berücksichtigung ihrer klinischen Bedeutung (Springer, Berlin 1928).

Taylor, H. K.: Roentgen findings of optic canals in blindness due to nasal accessory sinus disease. N. Y. St. J. Med. *26:* 1015–1017 (1926), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *18:* 332 (1927).

Thiel, R.: Röntgendiagnostik des Schädels bei Erkrankungen des Auges und seiner Nachbarorgane (Springer, Berlin 1932).

Trzaskowski, St.: Radiologische Untersuchung des Sehnervenkanals. Pol. Przegl. radiol. *10/11:* 105–121 (1936), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *38:* 316 (1937).

Velhagen, K.: Zitiert nach *Schmöger.*

Vierordt: Zitiert nach *Schmöger.*

Watson: Radiography of the optical canal. Med. Radiogr. Photogr. *32:* 60–62 (1956), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *71:* 113 (1957).

Weinert, M.: Läßt sich beim Turmschädel die Opticusatrophie röntgenologisch nachweisen? Med. Diss. (Königsberg i. Pr. 1935), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *36:* 555 (1936).

Wessely, L.: Über die Bedeutung der Röntgenstereoskopie in der Augenheilkunde. Arch. Augenheilk. *153:* 371–377 (1952).

White, L. E.: An anatomical and X-ray study of the optic canal in cases of optic nerve involvement. J. med. Res. *189/20:* 741 (1923), Ref. Zbl. ges. Ophthal. *12:* 421 (1924).

Wiegand, H. R.: Die anatomischen und technischen Grundlagen für die gleichzeitige röntgenologische Darstellung beider knöcherner Canales fasciculi optici. Klin. Mbl. Augenheilk. *131:* 452–487 (1957).

Adresse der Autorin: Dr. L. Spillmann, Universitäts-Augenklinik, *Basel* (Schweiz)